

Т. Н. КЮРЕГЯН, Г. Б. АРАКЕЛЯН

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМ МИГРАЦИИ МЕДИ В РУДНИЧНЫХ ВОДАХ АЛАВЕРДСКОЙ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИИ

В геологическом строении Шамлугского и Ахталъского месторождений принимают участие главным образом вулканогенно-осадочные отложения среднеюрского возраста с их пирокластическими разностями. Породы представлены порфиритами среднего и основного составов (Шамлуг), кварцевыми порфирами и мощной толщей темно-зеленых порфиритов и их туфобрекчий (Ахтала). В тектоническом отношении месторождения приурочены к Дебедской антиклинали, ось которой проходит через Ахталъское месторождение в северо-западном направлении в сторону рудника Шамлуг.

Рудничные воды, в основном, опробовались в штольнях и за редким исключением, у устьев горных выработок. Эти воды относятся к типам грещинных и трещинно-пластовых. Химически воды характеризуются гидрокарбонатно-сульфатным кальциево-магниевым, сульфатно-гидрокарбонатным, кальциево-натриевым и сульфатным кальциево-натриево-магниевым составом. Минерализация описываемых вод колеблется в широких пределах от 0,7 до 5,0 г/л с ионной силой $0,012 \div 0,2$ г-экв/л. Окислительно-восстановительные потенциалы колеблются в пределах $(+96 \text{ мв}) \div (+700 \text{ мв})$, а величина рН—от 2,4 до 7,8.

Разнообразие и сложность гидрогеохимической обстановки обуславливает и многообразие форм нахождения меди в рассматриваемых рудничных водах. Определения неорганических комплексов меди велись расчетным путем и на основании литературных данных [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Зная константы нестойкости основных комплексов меди и основные адденды по формулам, предложенным Г. А. Волковым [2]:

$$\Sigma P = [P^k] + \Sigma [(PA_m^n)^{k+mn}],$$

можно определить валовое содержание меди (ΣCu) в воде. В приведенной формуле:

ΣP — молярная концентрация комплексообразователя, определенная химически;

P^k — молярная концентрация незакомплексованной части иона комплексообразователя с зарядом „ k “;

$\Sigma [(PA_m^n)^{k+mn}]$ — сумма молярных концентраций комплексов с аддендами, имеющими заряд „ k “.

Предполагается, что в водах для образования комплекса, уравнение химического равновесия будет иметь вид:

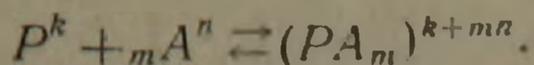


Таблица 1

Основные формы миграции меди в рудничных водах

Тип месторождений	Число проб	Основные характеристики вод			Содержание основных форм Cu, ‰							
		тип вод	<i>Eh</i> , в мв	pH	ионная сила	Cu ⁺	Cu ²⁺	CuSO ₄	CuCl ⁺	CuCl ₂	CuCO ₃	CuOH ⁺
Медноколчеданное месторождение (Шамлуг)	23	HCO ₃ —SO ₄ —Ca—Mg	96—290	4,0—6,4	0,024—0,031	0,0—15,0	20,3—39,4	15,0—39,2	0,0—1,4	5,0—41,3	0,5—40,0	—
		SO ₄ —HCO ₃ —Ca—Na	96—350	3,2—6,8	0,05—0,085	1,0—28,0	3,6—16,8	17,0—51,0	0,58—1,0	0,8—11,4	2,2—70,3	—
		SO ₄ —Na—Ca—Mg	120—300	3,7—6,8	0,1—0,2	6,3—51,8	0,4—3,6	6,1—62,3	0,0—1,4	1,5—9,5	0,9—20,6	—
Полиметаллическое месторождение (Ахтала)	19	SO ₄ —HCO ₃ —Ca—Na	140—380	6,6—7,5	0,02—0,04	—	1,0—10,0	3,8—25,3	0,0—0,64	1,5—5,1	61,2—98,0	0,0—0,60
		SO ₄ —HCO ₃ —Ca—Na	160—390	7,0—7,8	0,044—0,057	0,5—4,9	1,2—4,0	3,3—9,1	0,0—0,24	0,3—0,4	86,2—97,1	0,3—0,4
		So ₄ —Na—Ca	160—700	2,4—7,5	0,06—0,145	—	1,5—19,0	4,4—64,1	2,8—3,9	16,3—25,9	—	—

Примечание: прочерк означает, что содержание не превышает 0,1‰.

Учитывая коэффициенты активности составляющих уравнение, константа нестойкости будет:

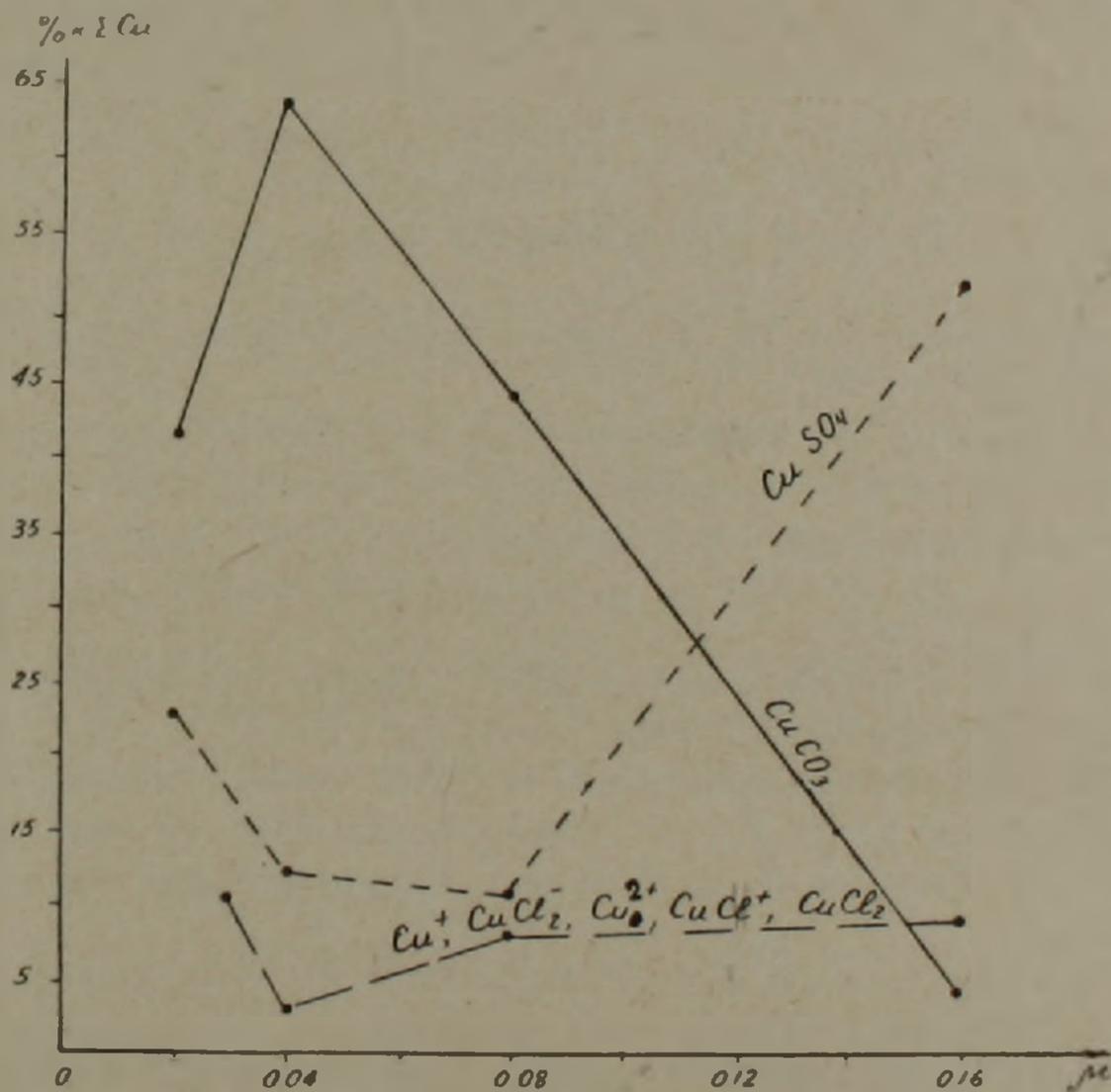
$$K_H = \frac{[P^k] \cdot f_k \cdot [A^n]^m \cdot f_n^m}{[(PA_m)^{k+mn}] \cdot f_{k+mn}}$$

Имея в виду некоторые физико-химические особенности рудничных вод (температура и окислительно-восстановительный потенциал), нами было определено содержание восстановленной формы меди $[Cu^+]$ по формуле:

$$[Cu^+] = [Cu^{2+}] \frac{f_2}{f_1} \cdot 10^{\frac{Eh_{изм} - 0,153}{0,057}}$$

Результаты определения отдельных форм меди в процентах к валовому содержанию меди даны в таблице 1. Для составления таблицы были использованы предельные характеристики рудничных вод по каждому месторождению.

Из приведенных данных видно, что в гидрокарбонатно-сульфатных кальциево-магниевых водах наиболее характерными формами существо-



Фиг. 1.

вания меди являются ее ионная форма Cu^{2+} , нейтральные молекулы — $CuSO_4$, $CuCl_2$ и $CuCO_3$. Подчиненное положение занимают комплексы восстановленной формы меди Cu^+ , $CuCl_2^-$ и CuI_2^- (последний комплекс не приведен в таблице, потому что содержание его $< 0,1\%$), а из окисленных форм меди — $CuCl^+$ и $CuOH^+$.

На Шамлугском медноколчеданном месторождении для кислых и слабокислых вод типа сульфатных натриево-кальциевых характерно

превалирование восстановленной формы меди (Cu^+ и CuCl_2^-) над ее окисленной формой (Cu^{2+} , CuCl^+ и CuCl_2), некоторое исключение составляли CuSO_4 и CuCO_3 , процентное содержание которых по отношению к валовому соответственно равно 6,1—62,3% и 0,9—20,6%.

На Ахтальском барито-полиметаллическом месторождении при тех же физико-химических характеристиках преобладают окисленные формы меди: CuSO_4 , CuCl_2 , CuCl^+ и Cu^{2+} .

При изучении форм миграции меди в рудничных водах некоторых сульфидных месторождений нами была сделана попытка выявить зависимость процентного содержания основных форм миграции меди от ионной силы рудничных вод (фиг. 1). Из приведенного графика видно, что процентное содержание Cu^+ , CuCl_2^- , Cu^{2+} , CuCl^+ и CuCl_2 (суммарная кривая) в зависимости от увеличения ионной силы воды изменяется незначительно. Иначе ведут себя нейтральные молекулы CuSO_4 и CuCO_3 .

Для CuSO_4 с увеличением ионной силы (особенно в интервале 0,1—0,2) наблюдается резкое увеличение его содержания, а для CuCO_3 —увеличение содержания наблюдается при низких значениях ионной силы воды (от 0,02 до 0,08).

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 26.II.1969

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Мкртчян С. С., Паффенгольц К. Н., Хачатурян Э. А. Алавердский рудный район. Изд. АН Арм. ССР, 1968.
2. Крайнов С. Р., Волков Г. А., Королькова М. Х. Особенности распространения и формы миграции микроэлементов (Zn, Cu, Hg, Li, Rb, Cs, As, Ge) в углекислых водах Эльбрусского вулканического района, «Геохимия», № 2, 1966.
3. Голева Г. А. и др. Распространение и формы миграции меди в подземных водах. «Геохимия», № 5, 1968.
4. Брусиловский С. А. О миграционных формах элементов в природных водах. Гидрохимические материалы, т. 35, 1963.
5. Аракелян Г. Б., Кочарян А. Г., Эленбоген А. М. О формах миграции меди, свинца и цинка в подземных водах. «Промышленность Армении», № 9—10, 1967.
6. Яцимирский К. Б., Васильев В. П. Константы нестойкости комплексных соединений. Изд. АН СССР, 1959.
7. Латимер В. И. Окислительные состояния элементов и их потенциалы в водных растворах. Изд. ИЛ., М., 1954.
8. Сиенко М., Плейн Р., Хестер Р. Структурная неорганическая химия. Изд. Мир, 1968.
9. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. Изд. Химия, 1965.